

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-214781

(43)Date of publication of application : 06.08.1999

(51)Int.Cl.

H01S 3/103
 H04B 10/28
 H04B 10/26
 H04B 10/14
 H04B 10/04
 H04B 10/06

(21)Application number : 10-016964

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 29.01.1998

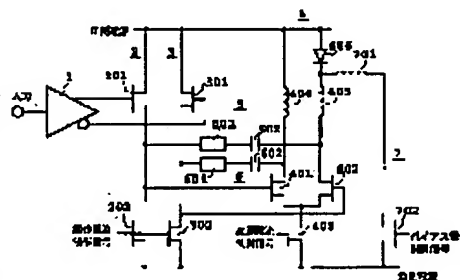
(72)Inventor : TSUMURA HIDESHI

(54) SEMICONDUCTOR LASER DRIVE CIRCUIT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress the ringing of a laser diode output by respectively providing feed-forward circuits having a resonance frequency near the frequency of an input signal between the output terminals of a differential amplifier circuit, where signals appear in phase with a signal appearing at the output terminal of a level converter circuit.

SOLUTION: An amplifier 1, to which a source follower SF 2 composed of field effect transistors FETs 201, 202 and SF 2 constituted of FETs 301, 302 are connected converts other signal into specified level, among complementary signals from the amplifier 1. An FET 401 of a differential amplifier circuit 4 is connected through a feed forward circuit FF 6 which has a resonance frequency near the frequency of an input signal, and is composed of a resistor 601 and a capacitor 602, FET 402 is connected to SF 2 via FF 5 composed of a resistor 501 and a capacitor 502, and a laser diode 406 is connected to an FET 402.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.08.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3405518

[Date of registration] 07.03.2003

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A semiconductor laser drive circuit which has a level-conversion circuit which is characterized by providing the following, and which carries out the level conversion of the complementary input signal to predetermined level, respectively, and a differential amplifying circuit which drives based on an input signal acquired by level conversion by this level-conversion circuit, and passes modulation current to a laser diode. An output terminal of said level-conversion circuit A feedforward circuit which has resonance frequency near the frequency of said input signal, respectively between output terminals of said differential amplifying circuit where a signal which appears in this output terminal, and a signal of an inphase appear

[Claim 2] A semiconductor laser drive circuit characterized by constituting by field-effect transistor in claim 1.

[Claim 3] It is the semiconductor laser drive circuit characterized by said level-conversion circuit being a source follower in claim 2.

[Claim 4] A semiconductor laser drive circuit characterized by having a circuit which generates said complementary signal from a single phase input signal in claim 1.

[Claim 5] It is the semiconductor laser drive circuit characterized by said field-effect transistor being GaAs-MESFET in claim 2.

[Claim 6] A semiconductor laser drive circuit characterized by the highest clock frequency exceeding at least 1.0GHz in claim 1.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the semiconductor laser drive circuit which drives a laser diode.

[0002]

[Description of the Prior Art] Since the start/falling became overshoot, undershoot, and a wave without phosphorus GINKU dully when LED (light emitting diode) was used as a load, generally although [LED] high-speed operation is not turned to, high-speed operation of the LED could be carried out now. As a circuit which carries out high-speed operation of the LED, what is indicated by Japanese Patent Application No. No. 222740 [eight to] is known, for example. The example of a circuit indicated by Japanese Patent Application No. No. 222740 [eight to] is shown in drawing 3 . The input of this circuit is usually a single phase signal. This single phase signal is mutually changed into a complementary bi-phase signal by amplifier 3001. The input/output terminals of an inphase are connected by capacitors 3005 and 3006 among the input of amplifier 3002, and the output, respectively, the cathode of LED3003 is connected, the equivalent resistance of LED3003 and the dummy resistor 3004 of comparable resistance are connected to the output terminal of another side, and, as for LED3003, the balance of current is taken at one output terminal of amplifier 3002. Voltage-current conversion of the complementary bi-phase signal is mutually carried out by this amplifier 3002 from amplifier 3001, the acquired current flows to LED3003, and LED3003 emits light.

[0003] Since a high-frequency component is contained in the start and the fall edge of the pulse signal when an input signal is a pulse signal, only the start and a fall will bypass amplifier 3002, it will act to LED3003 as feedforward, and the start in the case of an LED load and wave-like **** at the time of a fall will be amended.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] When it replaces with LED3003 of this circuit and a laser diode is used, the case where LED which is a capacitive element is used is different, it will originate in the inductance of the laser diode which is an inductance nature element, and the capacity (namely, capacitors 3005 and 3006) of a feedforward circuit, the start and the fall of a pulse will become steep too much, and overshoot, undershoot, and a ringing will increase. Therefore, to the laser diode, this feedforward circuit was not an effective means.

[0005] The equal circuit of a load is not determined by only the laser diode and the parasitism inductance of the bonding wire between a laser diode and a drive circuit, the parasitic capacitance of a bonding pad and an earth electrode, etc. are intricately related to a laser diode drive circuit. Especially on the frequency exceeding 1GHz, the disregarded effect of these parasitic elements is notably reflected in actuation of a laser diode in the frequency of 1GHz or less. Furthermore, however the output capacitance contained in the drive circuit itself may also contribute and it may make small the inductance component and junction-capacitance component of a laser diode, effect of these parasitic elements cannot be removed, but a ringing appears in the output of a laser diode.

[0006] The purpose of this invention solves the above troubles and is to offer the semiconductor laser drive circuit which can control the ringing of a laser diode output.

[0007]

[Means for Solving the Problem] A level-conversion circuit which carries out the level conversion of the input signal with a complementary semiconductor laser drive circuit of this invention to predetermined level, respectively, It sets to have a differential amplifying circuit which drives based on an input signal acquired by level conversion by this level-conversion circuit, and passes modulation current to a laser diode. It has a feedforward circuit which has resonance frequency near the frequency of said input signal, respectively between an output terminal of said level-conversion circuit, and an output terminal of said differential amplifying circuit where a signal which appears in this output terminal, and a signal of an inphase appear.

[0008] A field-effect transistor can constitute a semiconductor laser drive circuit of this invention, and a level-conversion circuit can be made into a source follower.

[0009] A semiconductor laser drive circuit of this invention can be equipped with a circuit which generates a complementary signal from a single phase input signal.

[0010] A field-effect transistor can be made into GaAs-MESFET.

[0011] The highest clock frequency can exceed at least 1.0GHz.

[0012]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 shows the gestalt of 1 operation of this invention. This is the example of the final output stage of a laser diode drive circuit. In drawing 1, 1 is amplifier and changes a single phase input signal into the signal of two complementary phases. 2 is a source follower, is constituted by FET (field effect transistor) 201, 202, and changes the level of one signal of the complementary signals from amplifier 1 into predetermined level. 3 is a source follower, is constituted by FET 301, 302 and changes the level of the signal of another side of the complementary signals from amplifier 1 into predetermined level. Although these level conversions are realized on the voltage (V_{gs}) between the gate-sources of a source follower FET, in addition to this, two or more diodes by which forward direction connection was made can be connected to a serial, and the forward voltage drop of diode can also be used for the source of FET. Gate length is 0.8nm and the gate width of FET 201, 202, 301, 302 is 180 micrometers. The power consumption of source followers 2 and 3 is determined by the operating current control signal (bias voltage) inputted into the gate of FET 202, 302 connected to the negative side power supply.

[0013] 4 is a differential amplifying circuit, makes common connection of the source of FET 401, 402, and connects it to a negative side power supply through FET 403 which passes the current [source / this / that made common connection] according to a modulation current control signal, and the drain of FET 401 is a bonding wire (since the path adopted the thin gold streak or the aluminum wire which is 20 micrometers - about 150 micrometers as a bonding wire, these bonding wires have an about 1 nH/mm parasitism inductance.). drawing 1 -- as the parasitism inductor 404 -- illustrating -- **** -- it minds, and has connected with the positive side power supply, and the drain of FET 402 is connected to the positive side power supply through the bonding wire (to drawing 1, it has illustrated as a parasitism inductor 405), and the laser diode 406.

[0014] FET 401 is connected to the source follower 3 through the feedforward circuit 6 constituted by the resistance 601 and the capacitor 602 in which the drain carried out series connection, and the gate is connected to the source follower 2.

[0015] FET 402 is connected to the source follower 2 through the feedforward circuit 5 constituted by the resistance 501 and the capacitor 502 in which the drain carried out series connection, and the gate is connected to the source follower 3. Since the output signal of source followers 2 and 3 is complementary, while one FET of FET 401, 402 is turned on, only when only FET from which FET of another side was turned off and turned on flows, the modulation current determined by FET 403 flows and FET 401 is turned on, current will flow and emit light to a laser diode 406.

[0016] As resistance 501, 601, 100-ohm resistance was adopted and the 0.7pF capacitor was adopted as a capacitor 502, 602. In case resistance 501 and the capacitor 502 of the feedforward circuit 5, and

resistance 601 and the capacitor 602 of the feedforward circuit 6 create IC (integrated circuit) which constitutes a semiconductor laser drive circuit, they can be formed in the same process. Resistance 501,601 can be created by setting the aspect ratio of a pattern to 1:5 using the impregnation resistance (sheet resistance is about 500ohm/**) which used the ion-implantation layer. Moreover, even if it uses the metal resistive layer (10ohm/** thru/or 100ohm/**) which carried out thin film formation of the metallic materials with large resistance (NiCr, TaN, etc.), it can create. A capacitor 502,602 is MIM (when a metal-insulator-metal capacitor (about 0.08 fF/ μm^2) is used, 0.7pF can be realized in 90micrometerx90micrometer area, and **** for junction capacitances of diode can also be created.) which used the interlayer insulation film of a wiring layer.

[0017] 7 is a bias current control circuit, the drain is connected to the cathode of laser 406 through the bonding wire (to [drawing 1](#), it has illustrated as a parasitism inductor 701), the source is connected to the negative side power supply, and FET702 carries out the bias current of a laser diode 406 near the luminescence threshold current based on the bias current control signal supplied to the gate.

[0018] FET whose gate length is 0.8 micrometers and whose gate width is 800 micrometers is used, respectively as FET401,402 of the differential amplifier 4, and FET702 of the bias current control circuit 7. Thus, although gate width can be lengthened and big current can be passed now, the output capacitance resulting from the junction capacitance of FET is also large. The about several pF junction capacitance of FET401,402 exists.

[0019] Next, actuation is explained. A bias current is in the condition by which is controlled by FET702 and bias is carried out near the luminescence threshold current, and if a single-phase input signal is inputted into amplifier 1, the input signal of this single phase will be changed into the signal of two complementary phases for a laser diode 406 by amplifier 1. The signal of two obtained complementary phases is changed so that one side may suit the input voltage of a differential amplifying circuit 4 by the source follower 2, it is inputted into a differential amplifying circuit 4, it is changed so that another side may suit the input voltage of a differential amplifying circuit 4 by the source follower 3, and it is inputted into a differential amplifying circuit 4. Since the signal inputted into the differential amplifying circuit 4 is a complementary signal, when one FET of FET401,402 of a differential amplifying circuit 4 is turned on, the modulation current determined only as FET from which FET of another side was turned off and turned on by FET403 flows. Therefore, only when FET402 is turned on, current will flow to a laser diode 406 and outgoing radiation of the laser beam will be carried out to it from a laser diode 406.

[0020] Here, when the feedforward circuits 5 and 6 are not formed, it will originate in the junction capacitance of FET401,402 of a differential amplifying circuit 4, the start and the fall of a pulse will become blunt, and, moreover, a ringing etc. will occur by resonance with the junction capacitance of FET401,402 of this differential amplifying circuit 4 that is about several pF, and the parasitism inductance of the bonding wire of the about 1 nH/mm differential amplifying circuit 4. The resonance frequency by these junction capacitances and the parasitism inductance is set to about several GHz, and this resonance frequency is a value equivalent to signal frequency. For example, a continuous line shows an example of an output wave at the time of inputting the NRZ (non-return-to-zero) signal with which 2GHz **** 1 continues to [drawing 2](#). The scale of an axis of ordinate is arbitrary.

[0021] On the other hand, as shown in [drawing 1](#), the feedforward circuits 5 and 6 were formed and 100 ohms resistance and the 0.7pF capacitor which carried out series connection to this resistance constituted the feedforward circuits 5 and 6 from the gestalt of this operation, respectively. Therefore, the resonance frequency of the feedforward circuits 5 and 6 is set to about 2.3GHz of the value near the frequency of a signal. For example, a dotted line comes to show the output wave at the time of inputting the NRZ (non-return-to-zero) signal with which 2GHz **** 1 continues to [drawing 2](#).

[0022] A ringing is small, although the overshoot of an output wave is larger than a case direction it is the case where the feedforward circuits 5 and 6 are inserted so that [drawing 2](#) may show. When the feedforward circuits 5 and 6 are not inserted and **** 1 appears continuously, as for the signal which signs that the ringing generated in the section of the first logic 1 was continuing even at the section of next **** 1 were accepted, and was sent by the lightwave signal transmission system using a laser diode 406 and a laser diode drive circuit, a bit error rate will increase by the receiving side. On the other hand,

since a ringing is controlled so that drawing 2 may show when the feedforward circuits 5 and 6 are inserted, it becomes possible to reduce the error rate in an optical transmission system. It is admitted that falling time amount becomes short also in the fall wave of a light pulse according to the effect which inserted the feedforward circuits 5 and 6.

[0023]

[Effect of the Invention] Since it constituted as mentioned above according to this invention as explained above, the ringing of an output wave of semiconductor laser can be controlled.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-214781

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月6日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 S 3/103

H 0 1 S 3/103

H 0 4 B 10/28

H 0 4 B 9/00

Y

10/26

10/14

10/04

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 5 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-16964

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月29日

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番33号

(72) 発明者 津村 英志

神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電

気工業株式会社横浜製作所内

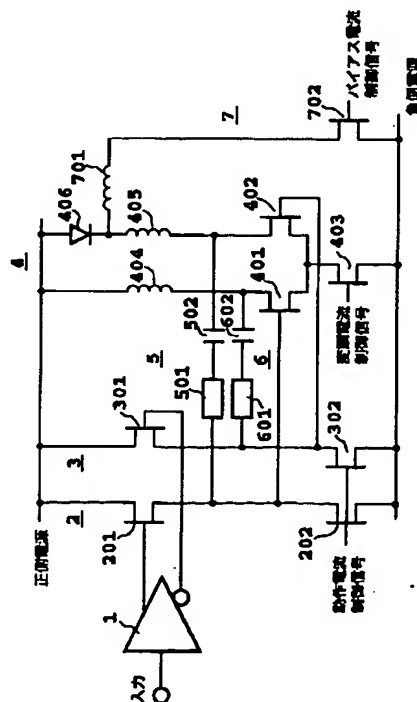
(74) 代理人 弁理士 谷 義一 (外 3 名)

(54) 【発明の名称】 半導体レーザ駆動回路

(57) 【要約】

【課題】 レーザダイオード出力のリングングを抑制する。

【解決手段】 半導体レーザ駆動回路は、ソースフォロワー 2、3 の出力端子と、該出力端子に現われる信号と同相の信号が現われる差動増幅回路 4 の出力端子の間に、それぞれ、入力信号の周波数近傍の共振周波数を有するフィードフォワード回路 5、6 を挿入してある。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 相補的な入力信号をそれぞれ所定のレベルにレベル変換するレベル変換回路と、該レベル変換回路によるレベル変換により得られた入力信号に基づき駆動してレーザダイオードに変調電流を流す差動増幅回路とを有する半導体レーザ駆動回路において、前記レベル変換回路の出力端子と、該出力端子に現われる信号と同相の信号が現われる前記差動増幅回路の出力端子の間に、それぞれ、前記入力信号の周波数近傍の共振周波数を有するフィードフォワード回路を備えたことを特徴とする半導体レーザ駆動回路。

【請求項 2】 請求項 1 において、電界効果トランジスタにより構成したことを特徴とする半導体レーザ駆動回路。

【請求項 3】 請求項 2 において、前記レベル変換回路はソースホロワーであることを特徴とする半導体レーザ駆動回路。

【請求項 4】 請求項 1 において、前記相補的な信号を単相入力信号から生成する回路を備えたことを特徴とする半導体レーザ駆動回路。

【請求項 5】 請求項 2 において、前記電界効果トランジスタは GaAs-MESFET であることを特徴とする半導体レーザ駆動回路。

【請求項 6】 請求項 1 において、最高動作周波数が少なくとも 1.0 GHz を超えることを特徴とする半導体レーザ駆動回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、レーザダイオードを駆動する半導体レーザ駆動回路に関する。

【0002】

【従来の技術】 LED (light emitting diode) を負荷とした場合には、立上がり／立ち下がりが鈍くオーバーシュート、アンダシュート、リングクのない波形となるので、LED は一般には高速動作に向かないとされていたが、現在では、LED を高速動作させることができるようになった。LED を高速動作させる回路としては、例えば、特願平 8-222740 号に記載されているものが知られている。特願平 8-222740 号に記載されている回路例を図 3 に示す。この回路の入力は、通常、単相信号である。この単相信号は増幅器 3001 により互いに相補的な両相信号に変換される。LED 3003 は増幅器 3002 の入力と出力のうち、同相の入出力端子どうしがそれぞれコンデンサ 3005、3006 により接続されており、増幅器 3002 の一方の出力端子には、LED 3003 のカソードが接続され、他方の出力端子には、LED 3003 の等価抵抗と同程度の抵抗値のダミー抵抗 3004 が接続されていて、電流の平衡がとられている。増幅器 3001 からの互いに相補的な両相信号は、この増幅器 3002 により電圧-電流変

換され、得られた電流が LED 3003 に流れ、LED 3003 が発光する。

【0003】 入力信号がパルス信号の場合には、高周波数成分がそのパルス信号の立上がりと立下がりエッジに含まれるので、立上がりと立下がりのみが増幅器 3002 をバイパスして LED 3003 にフィードフォワードされることになり、LED 負荷の場合の立上がりと立下がり時の波形の鈍りが補正されることになる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 この回路の LED 3003 に代えてレーザダイオードを用いた場合、容量性素子である LED を用いた場合とは相違して、インダクタンス性素子であるレーザダイオードのインダクタンスと、フィードフォワード回路の容量（すなわち、コンデンサ 3005、3006）とに起因して、パルスの立上がりと立下がり急峻になり過ぎ、オーバーシュート、アンダシュート、リングクが増加することになる。従って、レーザダイオードに対してはこのフィードフォワード回路は有効な手段ではなかった。

【0005】 レーザダイオード駆動回路において、負荷の等価回路はレーザダイオードだけで決定されるものではなく、例えば、レーザダイオードと駆動回路との間のボンディングワイヤの寄生インダクタンス、ボンディングパッドと接地電極との寄生容量等が複雑に関係してくる。特に、1 GHz を超えた周波数では、1 GHz 以下の周波数では無視できたこれら寄生素子の影響が、レーザダイオードの動作に顕著に反映される。さらに、駆動回路自体に含まれる出力容量も寄与してきて、レーザダイオードのインダクタンス成分および接合容量成分をどんなに小さくしても、これら寄生素子の影響を除去することができず、レーザダイオードの出力にリングクが現われる。

【0006】 本発明の目的は、上記のような問題点を解決し、レーザダイオード出力のリングクを抑制することができる半導体レーザ駆動回路を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明の半導体レーザ駆動回路は、相補的な入力信号をそれぞれ所定のレベルにレベル変換するレベル変換回路と、該レベル変換回路によるレベル変換により得られた入力信号に基づき駆動してレーザダイオードに変調電流を流す差動増幅回路とを有するにおいて、前記レベル変換回路の出力端子と、該出力端子に現われる信号と同相の信号が現われる前記差動増幅回路の出力端子の間に、それぞれ、前記入力信号の周波数近傍の共振周波数を有するフィードフォワード回路を備えている。

【0008】 本発明の半導体レーザ駆動回路は、電界効果トランジスタにより構成することができ、レベル変換回路はソースフォロワーとすることができる。

【0009】本発明の半導体レーザ駆動回路は、相補的な信号を単相入力信号から生成する回路を備えることができる。

【0010】電界効果トランジスタはGaAs-MESFETとすることができる。

【0011】最高動作周波数は少なくとも1.0GHzを超えるようにすることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】図1は本発明の一実施の形態を示す。これはレーザダイオード駆動回路の最終出力段の例である。図1において、1は増幅器であり、単相入力信号を相補的な2相の信号に変換するものである。2はソースフォロワーであり、FET (field effect transistor) 201, 202により構成されており、増幅器1からの相補的な信号のうちの一方の信号のレベルを所定のレベルに変換するものである。3はソースフォロワーであり、FET 301, 302により構成されており、増幅器1からの相補的な信号のうちの他方の信号のレベルを所定のレベルに変換するものである。これらのレベル変換はソースフォロワーFETのゲート-ソース間電圧(V_{gs})で実現されるが、これに加えてFETのソースに直列に順方向接続された複数のダイオードを接続し、ダイオードの順方向電圧降下を利用することもできる。FET 201, 202, 301, 302はゲート長が0.8nmであり、ゲート幅が180 μ mである。ソースフォロワー2, 3の消費電力は負側電源に接続されているFET 202, 302のゲートに入力される動作電流制御信号(バイアス電圧)で決定される。

【0013】4は差動増幅回路であり、FET 401, 402のソースを共通接続し、この共通接続したソースを、変調電流制御信号に応じた電流を流すFET 403を介して負側電源に接続し、FET 401のドレインはボンディングワイヤ(ボンディングワイヤとして、径が20 μ m~150 μ m程度の細い金線またはアルミ線を採用したので、これらボンディングワイヤは約1nH/mmの寄生インダクタンスを有する。図1には寄生インダクタ404として図示してある)を介して正側電源に接続してあり、FET 402のドレインはボンディングワイヤ(図1には寄生インダクタ405として図示してある)およびレーザダイオード406を介して正側電源に接続してある。

【0014】FET 401は、そのドレインが、直列接続した抵抗601およびコンデンサ602により構成されるフィードフォワード回路6を介して、ソースフォロワー3に接続してあり、そのゲートがソースフォロワー2に接続してある。

【0015】FET 402は、そのドレインが、直列接続した抵抗501およびコンデンサ502により構成されるフィードフォワード回路5を介して、ソースフォロワー2に接続してあり、そのゲートがソースフォロワー

3に接続してある。ソースフォロワー2, 3の出力信号が相補的であるので、FET 401, 402のうちの一方のFETがONになるとともに、他方のFETがOFFになり、ONになったFETのみが導通して、FET 403で決定される変調電流が流れ、FET 401がONになったときにのみ、レーザダイオード406に電流が流れ発光することになる。

【0016】抵抗501, 601としては、100 Ω の抵抗を採用し、コンデンサ502, 602としては0.7pFのコンデンサを採用した。フィードフォワード回路5の抵抗501とコンデンサ502と、フィードフォワード回路6の抵抗601とコンデンサ602とは、半導体レーザ駆動回路を構成するIC (integrated circuit) を作成する際に、同一プロセスで形成することが可能である。抵抗501, 601は、イオン注入層を用いた注入抵抗(シート抵抗は約500 Ω/\square)を利用して、パターンの縦横比を1:5にすることにより作成することができる。また、抵抗値の大きい金属材料(NiCr, TaN等)を薄膜形成した金属抵抗層(10 Ω/\square ないし100 Ω/\square)を用いても作成可能である。コンデンサ502, 602は、配線層の層間絶縁膜を用いたMIM (metal-insulator-metalコンデンサ(約0.08fF/ μ m²))を利用した場合は、90 μ m \times 90 μ mの面積で0.7pFが実現可能であり、ダイオードの接合容量用いても作成可能である。

【0017】7はバイアス電流制御回路であって、FET 702はドレインがボンディングワイヤ(図1には寄生インダクタ701として図示してある)を介してレーザ406のカソードに接続してあり、ソースが負側電源に接続してあり、ゲートに供給されるバイアス電流制御信号に基づき、レーザダイオード406のバイアス電流を発光閾値電流近傍にするものである。

【0018】差動増幅器4のFET 401, 402と、バイアス電流制御回路7のFET 702として、それぞれ、ゲート長が0.8 μ m、ゲート幅が800 μ mのFETが使用されている。このようにゲート幅を長くして、大きな電流を流すことができるようになっているが、FETの接合容量に起因する出力容量も大きくなっている。FET 401, 402の接合容量は、数pF程度存在する。

【0019】次に、動作を説明する。レーザダイオード406はバイアス電流がFET 702により制御されていて、発光閾値電流近傍にバイアスされている状態で、増幅器1に単相の入力信号が入力されると、この単相の入力信号は増幅器1により相補的な2相の信号に変換される。得られた相補的な2相の信号は、一方がソースフォロワー2により差動増幅回路4の入力電圧に合うように変換され差動増幅回路4に入力され、他方がソースフォロワー3により差動増幅回路4の入力電圧に合うように変換され差動増幅回路4に入力される。差動増幅回路

4に入力された信号は相補的な信号であるので、差動増幅回路4のFET401、402のうちの一方のFETがONになったとき、他方のFETがOFFになり、ONになったFETにのみ、FET403で決定される変調電流が流れる。従って、レーザダイオード406には、FET402がONになったときにのみ、電流が流れ、レーザダイオード406からレーザ光が出射されることになる。

【0020】ここで、フィードフォワード回路5、6を設けなかった場合は、差動増幅回路4のFET401、402の接合容量に起因して、パルスの立上がりとし下がり鈍り、その上、この数pF程度の差動増幅回路4のFET401、402の接合容量と、約1nH/mmの差動増幅回路4のボンディングワイヤの寄生インダクタンスとの共振によりリングング等が発生することになる。これら接合容量と寄生インダクタンスによる共振周波数は、数GHz程度になり、この共振周波数は信号周波数と同等の値である。例えば2GHzの論理1が連続するNRZ (non-return-to-zero) 信号を入力した場合の出力波形の一例を図2に実線で示す。縦軸のスケールは任意である。

【0021】これに対して、本実施の形態では、図1に示すように、フィードフォワード回路5、6を設け、フィードフォワード回路5、6を、それぞれ、100Ωの抵抗と、この抵抗に直列接続した0.7pFのコンデンサとにより構成した。従って、フィードフォワード回路5、6の共振周波数は信号の周波数の近傍の値の約2.3GHzとなる。例えば2GHzの論理1が連続するNRZ (non-return-to-zero) 信号を入力した場合の出力波形は、図2に点線で示すようになる。

【0022】図2から分かるように、フィードフォワード回路5、6を挿入した場合の方が、しない場合より、出力波形のオーバシュートは大きい、リングングは小

さい。フィードフォワード回路5、6を挿入しない場合、論理1が連続的に現われたとき、最初の論理1の区間で発生したリングングが、次の論理1の区間にまで継続している様子が認められ、レーザダイオード406とレーザダイオード駆動回路を用いた光信号伝送系により送られた信号は、受信側でビット誤り率が増大してしまうことになる。一方、フィードフォワード回路5、6を挿入した場合は、図2から分かるように、リングングが抑制されるので、光伝送系での誤り率を低下させることが可能になる。フィードフォワード回路5、6を挿入した効果により、光パルスの立下がり波形においても、立ち下がり時間が短くなることが認められる。

【0023】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、上記のように構成したので、半導体レーザの出力波形のリングングを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態を示すブロック図である。

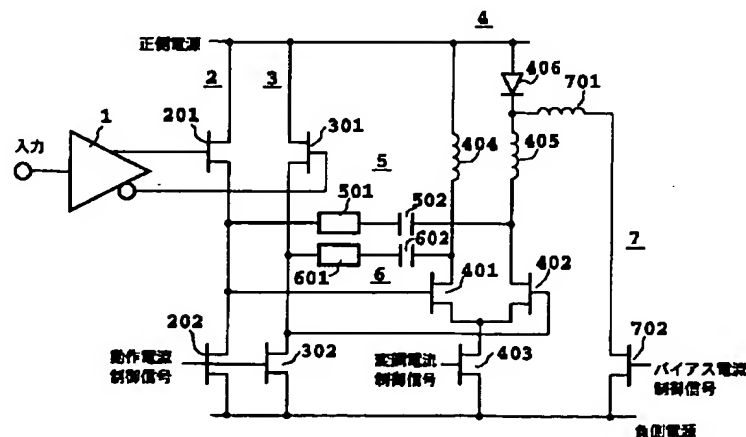
【図2】出力波形の一例を示す図である。

【図3】LED駆動回路の従来例を示すブロック図である。

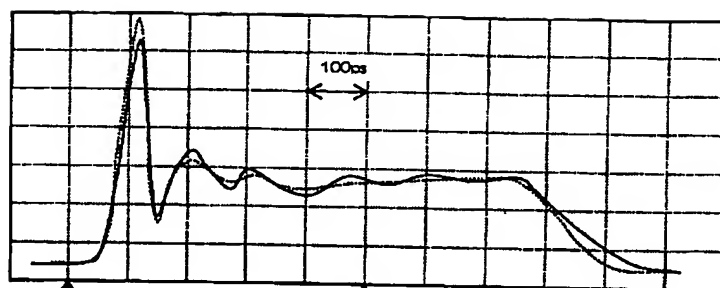
【符号の説明】

- 1 増幅器
- 2, 3 ソースフォロワー
- 4 差動増幅回路
- 5, 6 フィードフォワード回路
- 7 バイアス電流制御回路
- 201, 202, 301, 302, 401, 402, 701, 702 FET
- 406 レーザダイオード
- 501, 601 抵抗
- 502, 602 コンデンサ

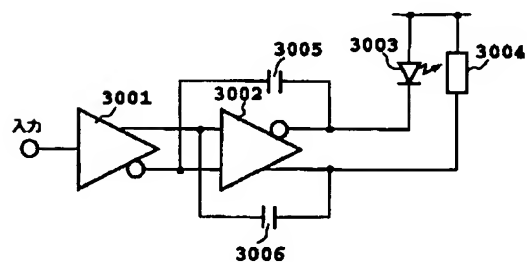
【図1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 B 10/06